

Risiko Rohstoffversorgung: die Bestimmung kritischer Metalle und Mineralien in den USA, der EU und Deutschland in Studien und Zeitschriften der Jahre 2007-2012

Häußler, Johannes; Mildner, Stormy-Annika

Veröffentlichungsversion / Published Version

Arbeitspapier / working paper

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP)

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Häußler, J., & Mildner, S.-A. (2012). *Risiko Rohstoffversorgung: die Bestimmung kritischer Metalle und Mineralien in den USA, der EU und Deutschland in Studien und Zeitschriften der Jahre 2007-2012*. (SWP-Zeitschriftenschau, 01/2012). Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik -SWP- Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-366826>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Risiko Rohstoffversorgung

Die Bestimmung kritischer Metalle und Mineralien in den USA, der EU und Deutschland in Studien und Zeitschriften der Jahre 2007–2012

Johannes Häußler / Stormy-Annika Mildner

Hochtechnologieländer wie die Bundesrepublik Deutschland und die USA sind auf eine sichere Versorgung mit Metallen und Mineralien zu erschwinglichen Preisen angewiesen. Im Unterschied zum Energieträger Öl ist derzeit immerhin nicht mit einer baldigen Erschöpfung der meisten metallischen Ressourcen zu rechnen. Ungeachtet dessen ist die Versorgungssicherheit aufgrund steigender und volatiler Preise und angesichts von Lieferengpässen mittlerweile weit oben auf die politischen Agenden dies- und jenseits des Atlantiks gerückt. Beim letzten Treffen des Transatlantischen Wirtschaftsrats im November 2011 bekräftigten EU und USA, in Sachen Rohstoffe eng zusammenarbeiten zu wollen. Doch wie groß sind die Spielräume für gemeinsame Projekte? Einen ersten Hinweis gibt die Vielzahl an sogenannten Kritikalitätsstudien, die bemessen, wie gefährdet die Versorgung mit Rohstoffen für einzelne Technologien, Sektoren oder auch die gesamte Volkswirtschaft der USA, der EU und Deutschlands ist.

Das Konzept der Rohstoffkritikalität ist nicht neu. Von Mitte der 1970er bis Mitte der 1980er Jahre gab es bereits eine Welle konzeptionell ähnlicher Analysen. Nachdem Metalle und Mineralien aufgrund der niedrigen Weltmarktpreise von den politischen Agenden verschwunden waren, rückten auch die Kritikalitätsanalysen wieder in den Hintergrund. Dies hat sich mittlerweile geändert. In den letzten fünf Jahren ist vor allem in den USA und Deutschland eine Vielzahl von Studien zur Bestimmung der kurz-, mittel- und langfristigen Kritikalität von Metallen und Mineralien publiziert worden. Die meisten der hier vorgestellten Analysen sind staat-

liche Auftragsstudien oder Arbeiten von Think-Tanks; Studien privater Unternehmen werden nicht besprochen, da diese teils öffentlich unzugänglich sind und in der Regel nur spezifische Rohstoffe als kritisch identifizieren, die für die betroffenen Unternehmen von vitalem Interesse sind. Zeitschriftenartikel zum Thema Kritikalität gibt es bislang wenige – die vorhandenen beziehen sich in erster Linie auf die Entwicklung oder Verbesserung der Methoden zur Messung von Kritikalität und sind mit Schwerpunkt in den Umweltwissenschaften zu finden.

Erdmann und Graedel (2011) zufolge wird Kritikalität zumeist in zwei Dimensio-

nen gemessen: erstens der wirtschaftlichen Relevanz eines Rohstoffs bzw. der Vulnerabilität, also der Verwundbarkeit einer Volkswirtschaft durch die Verknappung eines Rohstoffs, und zweitens dem Versorgungsrisiko. Geläufige Indikatoren für Relevanz sind das Verhältnis von Importmenge zum Verbrauch eines Rohstoffs bzw. der Rohstoffverbrauch eines Sektors oder Landes (beispielsweise der prozentuale Anteil am Weltverbrauch) sowie die Rohstoffabhängigkeit von Zukunftstechnologien. Zentrale Indikatoren für die Bemessung von Versorgungsrisiken sind der Grad der geologischen und Produktionskonzentration eines Rohstoffs, politische und wirtschaftliche Risiken in den Exportländern oder auch Preisentwicklungen. Einige Faktoren werden je nach Studie einem von beiden Kriterien zugeordnet, darunter die Substituierbarkeit eines Rohstoffs und Recyclingmöglichkeiten. Alle genannten Faktoren werden zumeist auf unterschiedliche Weise gewichtet und aggregiert. Die in der Praxis angewandten Methoden reichen von deskriptiven oder simplen faktor-basierten qualitativen Analysen bis hin zu einem komplexen Mix aus quantitativen und qualitativen Ansätzen.

Erdmann/Behrendt/Feil (2011) identifizieren vier verschiedene Ansätze, die in der aktuellen Literatur Verwendung finden: Kritikalitätsindizes (eindimensional), Kritikalitätsmatrizes (zweidimensional), die Vorausberechnung von Angebot und Nachfrage sowie Multi-Indikatoren-Sets – letztere bezeichnen Ansätze, bei denen verschiedene Indikatoren herangezogen, aber nicht aggregiert werden.

In beinahe allen Arbeiten findet eine Vorauswahl der zu analysierenden Rohstoffe statt – Ziel der Kritikalitätsanalysen ist somit zumeist nicht, aus einer Grundgesamtheit an Rohstoffen die kritischen herauszufiltern. Es geht vielmehr darum, den Grad der Kritikalität spezifischer Rohstoffe zu bestimmen.

Erdmann und Graedel haben zehn Kritikalitätsstudien aus den USA, der EU und Japan verglichen und analysiert, welche

Methoden angewandt wurden und welchen Einfluss dies auf die Ergebnisse der Studien hatte. Sie arbeiteten heraus, dass sich die Methoden in allen relevanten Aspekten teils erheblich unterschieden, von der Auswahl der betrachteten Rohstoffe über die Wahl der Indikatoren bis hin zur Aggregation der Daten. Dabei erklären nicht nur diese Unterschiede, sondern auch teilweise sehr unsichere Datenlagen die divergierenden Ergebnisse.

Buijs und Sievers verwiesen 2011 in ihrem Beitrag *Critical Thinking about Critical Minerals* auf einige konzeptionelle und methodische Schwierigkeiten aktueller Kritikalitätsstudien. Genannt seien hier zum einen die mangelnde Aufmerksamkeit für die Eigenheiten der Rohstoffmärkte sowie die Frage, inwieweit die Studien in der Lage sind, langfristige Entwicklungen vorherzusagen. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Kritikalitätsstudien mit Vorsicht interpretiert werden müssen und die Gefahr in sich bergen, dass die als kritisch identifizierten Rohstoffe bei der Entwicklung von politischen Antworten überbewertet werden. In einem ergänzenden Artikel, *Resource Security Risks in Perspective*, nehmen die Autoren eine umfassende Bewertung der Risiken vor, mit denen Rohstoffsicherheit konfrontiert ist. Mit historischen Vergleichen und anhand von Einzelfallstudien zeigen sie auf, wie komplex die Beurteilung von Rohstoffsicherheit ist. Auch in diesem Artikel betonen die Autoren, dass die Beurteilung kritischer Rohstoffe unvollständig bleibt, wenn die Besonderheiten der internationalen Rohstoffmärkte nicht in Rechnung gestellt werden.

Rohstoffe, die für die USA als kritisch gelten

Kritikalitätsanalysen aus den USA beziehen sich größtenteils auf eines von drei Referenzsystemen: die nationale Volkswirtschaft in ihrer Gesamtheit, den Sektor der Technologien für erneuerbare Energien (der sogenannte »Green Tech«-Sektor, Grüne

Technologien) oder die Verteidigungsindustrie. Im Kontext letzterer wird auch von strategischen Rohstoffen gesprochen.

Eine Pionierstudie zur Rohstoffkritikalität und bisher die einzige, die sich auf die gesamte Volkswirtschaft der USA bezieht, hat 2007 der **National Research Council of the National Academies** (NRC) herausgegeben: *Minerals, Critical Minerals and the U.S. Economy*. Im Fokus der Untersuchung stehen 11 nicht-energetische, mineralische Rohstoffe. Die Vorauswahl traf ein Komitee von neun Experten aus Wissenschaft und Industrie. Um die beiden oben erwähnten Kriteriendimensionen abzubilden, entwickelte das NRC eine Kritikalitätsmatrix: Rohstoffe werden dann als kritisch eingestuft, wenn sie sowohl in ihrer Bedeutung für den Verbrauch als auch beim Versorgungsrisiko einen hohen Wert erreichen. In der Analyse wird zwischen einer Langzeit- und einer mittel- bis kurzfristigen Perspektive unterschieden. Der wichtigste Faktor für die Bemessung der wirtschaftlichen Relevanz eines Rohstoffs ist nach Ansicht des NRC neben der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage die Substituierbarkeit: Je einfacher sich ein Rohstoff durch einen anderen ersetzen lässt, desto eher kann eine Volkswirtschaft auf ihn verzichten. Für die langfristige Versorgungssicherheit und somit für Kritikalität sind laut NRC geologische, technologische, Umwelt- und gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Faktoren relevant, aus denen sich entsprechende Investitionsstrategien ergeben. Auf mittel- und kurzfristige Sicht sind unter anderem eine signifikante Steigerung der Nachfrage, schwache Märkte, eine hohe Produktionskonzentration sowie schlechte Recyclingmethoden Indikatoren für eine kritische Versorgungslage. Als besonders kritisch werden Metalle der Platingruppe, Seltene Erden, Indium, Mangan und Niob identifiziert. Die Kritikalitätsmatrix des NRC stellt eine Basis für weitere Kritikalitätsanalysen dar.

Bislang die meisten Kritikalitätsanalysen wurden im »Green Tech«-Sektor durchgeführt (Technologien für erneuer-

bare Energien, E-Mobilität etc.). Überraschend ist dies nicht, da die Nachfrage nach vielen Metallen und Mineralien wie den Seltenen Erden oder auch Lithium in diesem Sektor besonders hoch ist. Das **U.S. Department of Energy** (DOE) veröffentlichte im Dezember 2011 seinen zweiten *Critical Materials Strategy*-Bericht. Aufbauend auf dem Ansatz des NRC identifiziert das DOE kritische Materialien für die Windkraft, für Elektromobilität, Solarzellen und energieeffiziente Beleuchtung. Die Auswahl der Rohstoffe basiert auf dem *Critical Materials Strategy*-Bericht von 2010. Grundlage der Kritikalitätsanalyse sind Entwicklungen im Markt für grüne Technologien und Marktdynamiken im Rohstoffsektor, die Bezugsachsen sind entsprechend »Relevanz für grüne Energien« und »Versorgungsrisiko«. In diesem Kontext identifizieren die Autoren die Seltenen Erden Dysprosium, Terbium, Europium, Neodym und Yttrium als kurzfristig kritisch. Mit Ausnahme von Dysprosium sind sie auch mittelfristig kritisch. Das DOE empfiehlt eine Strategie für den Umgang mit Kritikalität, die auf drei Säulen basiert: Diversifizierung der Bezugsquellen, Intensivierung der Forschung zu Substituten und Verbesserung des Rohstoffrecyclings.

Eine weitere Studie über grüne Energien, *Energy Critical Elements – Securing Materials for Emerging Technologies*, der **American Physical Society** und der **Materials Research Society** (2011) identifiziert eine Reihe kritischer Rohstoffe anhand von fünf Faktorenkomplexen: Vorkommen in der Erdkruste, Konzentration und Verteilung; geopolitische Risiken; Risiken aufgrund der Nebenprodukteigenschaften von Rohstoffen (einige kritische Rohstoffe sind nur als Nebenprodukt zusammen mit anderen Rohstoffen abbaubar); Umwelt- und gesellschaftliche Probleme; und Anpassungszeiten bei Produktion und Verbrauch. Anders als bei der NRC-Studie werden die Befunde allerdings nicht zu einem Kritikalitätswert aggregiert. Militärische Verwendungszwecke der untersuchten Metalle werden nicht berücksichtigt, wenn die

Autoren auch darauf hinweisen, dass manche Rohstoffe in hohem Grade sowohl für zivile wie für militärische Nutzungen relevant sind.

Eine Reihe von Kritikalitätsstudien, die explizit dem Verteidigungssektor gewidmet sind, haben unmittelbar praktische Relevanz: Die zum US-Verteidigungsministerium (DOD) gehörende Defense Logistics Agency (DLA) unterhält ein Lager mit Metallen und Mineralien (National Defense Stockpile), die strategische Bedeutung für die Verteidigungsindustrie haben. Das DOD muss jedes Jahr Empfehlungen aussprechen, welche strategischen Rohstoffe in diesem Lager als Reserve gehalten werden sollen. Seit den 1990er Jahren hat die Reservhaltung in den USA zwar an Bedeutung verloren, doch die seit der Jahrtausendwende zunehmenden Preis- und Versorgungsrisiken haben das Interesse an ihr wiederbelebt. In diesem Kontext veröffentlichte der NRC 2008 die Studie *Managing Materials for a Twenty-first Century Military*. Zwar bietet sie keine Kritikalitätsanalyse im engeren Sinn. Gleichwohl stellen die Autoren fest, dass eine Vielzahl militärisch relevanter Ressourcen, von denen bisher keine Reserven gehalten werden, zusehends kritischer wird. Die Studie spricht mehrere Empfehlungen aus, wie das militärische Lagerwesen auf die neuen Herausforderungen an den Rohstoffmärkten vorbereitet werden kann.

Das DOD beschloss in der Folge, das National Defense Stockpile System zu einem Strategic Materials Security Program weiterzuentwickeln. Unter anderem sollte die Methode zur Ermittlung der Kritikalität überarbeitet werden. **Thomason et al.** vom Institute for Defense Analyses (IDA) unterstützten diese Bemühungen, indem sie im Jahr 2010 Berechnungen zum Verhältnis von Nachfrage und Angebot unter variierenden Rahmenbedingungen anstellten. Dieses Verfahren der Szenarienbildung unterscheidet sich deutlich von den bisher vorgestellten Kritikalitätsmatrizes oder Multi-Indikatoren-Sets. Ähnlich den anderen Analysen wird aber auch hier eine

Vorauswahl der Materialien auf Basis von Umfragen vorgenommen, in diesem Fall des Militärs. Im Zuge der Analyse des IDA gelangten erstmals Seltene Erden ins Blickfeld der DLA.

Noch stärker auf die geopolitischen Herausforderungen fokussiert der Report von **Parthemore**: *Elements of Security – Mitigating the Risks of U.S. Dependence on Critical Minerals*. Die Studie aus dem Jahr 2011 behandelt in erster Linie Rohstoffe für Energie- und Verteidigungstechnologien im Hinblick auf die Möglichkeit, dass Exportländer diese Rohstoffe als Druckmittel nutzen können. Die Rohstoffe werden primär nach qualitativen Kriterien ausgewählt, basierend auf einer Analyse der Vulnerabilität der USA sowie der geographischen, politischen und wirtschaftlichen Risikofaktoren.

Rohstoffe, die für Deutschland und die EU als kritisch gelten

Die **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe** (BGR) veröffentlicht seit 1980 einen jährlichen Bericht zur Rohstoffsituation Deutschlands. In dem Bericht zur Situation im Jahr 2010 wird zwar keine Kritikalitätsanalyse im eigentlichen Sinne vorgenommen. Dennoch werden die meisten Themen typischer Kritikalitätsstudien abgehandelt: aktuelle Entwicklungen auf den Rohstoffmärkten, politische und wirtschaftliche Unsicherheiten in den Exportländern und globale Konzentration der Rohstoffreserven. Im Unterschied zu Kritikalitätsanalysen werden hier jedoch auch solche Rohstoffe analysiert, mit denen Deutschland gut ausgestattet ist. Auch die BGR verweist auf die Möglichkeit von Engpässen gerade bei der Lieferung Seltener Erden und anderer Rohstoffe, die für grüne Technologien essentiell sind. Zwar finden sich in diesem Bericht keine expliziten Handlungsempfehlungen, doch werden an manchen Stellen nötige Anpassungen der deutschen Industrie aufgezeigt.

In der vom **Verband der Bayerischen Wirtschaft** in Auftrag gegebenen Studie *Rohstoffsituation Bayern: Keine Zukunft ohne Rohstoffe* analysieren **Pfleger et al.** (2011) die Rohstoffkritikalität für dieses Bundesland. Die Autoren entwickeln eigens einen Rohstoff-Risiko-Index, ein im Vergleich zur Kritikalitätsmatrix höher aggregiertes Analyseinstrument. Der Index setzt sich zusammen aus quantitativen (z. B. Marktkonzentration, Länderrisiko oder auch statische Reichweite) und qualitativen Indikatoren (z. B. Bedeutung eines Rohstoffs für Zukunftstechnologien oder auch seine Substituierbarkeit). Die Untersuchung von 45 Metallen und Mineralen mithilfe des Rohstoff-Risiko-Index ermöglicht ein Ranking dieser Rohstoffe. Mittels eines Ampel-Schemas ordnen die Autoren die Rohstoffe in Gruppen mit hohem, mittlerem und geringem Risiko ein. In einem zweiten Schritt wird der Index um das Kriterium »Bedeutung für Bayern« erweitert und daraus eine Matrix entwickelt. Besonders kritisch sind danach Yttrium, Niob, Neodym, Scandium, Germanium, Wolfram, Kobalt, Palladium, Platin, Magnesium, Lithium, Zinn, Indium, Molybdän sowie Graphit.

Erdmann/Behrendt/Feil veröffentlichten Ende 2011 im Auftrag der KfW Bankengruppe eine Kritikalitätsanalyse mit dem Titel *Kritische Rohstoffe für Deutschland*. Im Unterschied zu den bisher vorgestellten Studien treffen die Autoren keine antizipierende Vorauswahl: Vielmehr werden aus einer Vielzahl an Rohstoffen über verschiedene Analyseschritte die für Deutschland kritischen identifiziert und analysiert. Um die in Erdmann und Graedel (2011) herausgearbeiteten Schwächen der bisherigen Ansätze zu überwinden, nutzen die Autoren ein methodisch detailliertes Modell zur Bestimmung der Kritikalität von Rohstoffen. Dabei zeichnet sich die Studie dadurch aus, dass auch schwer quantifizierbare Faktoren systematisch Berücksichtigung finden.

Folgende Faktoren werden zur Bestimmung der Kritikalität herangezogen: Import und Verbrauch von Rohstoffen

in Deutschland (u. a. Anteil am Weltverbrauch), die strategische Rohstoffrelevanz (Sensitivität der Wertschöpfungskette in Deutschland, von Zukunftstechnologien ausgehender globaler Nachfrageimpuls, Substituierbarkeit), Versorgungsrisiken für die deutsche Volkswirtschaft (u. a. Länderkonzentration der globalen Reserven), Marktrisiken (u. a. Unternehmenskonzentration der globalen Produktion) und Strukturrisiken (u.a. Recyclingfähigkeit). Zu den Rohstoffen mit besonderes hoher Kritikalität für Deutschland gehören laut Erdmann/Behrendt/Feil Germanium, Rhenium und Antimon; hohe Kritikalität gilt für Wolfram, Seltene Erden, Gallium, Palladium, Silber, Zinn, Indium, Niob, Chrom und Bismut.

Ein wichtiger Indikator zur Bestimmung der Kritikalität in dieser Studie ist der Einsatz von Rohstoffen in Zukunftstechnologien. Die drei Autoren greifen dabei auf eine Analyse von **Angerer et al.** vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung und dem Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (2009) zurück. Darin werden 22 Rohstoffe analysiert, die für eine Reihe von deutschen Hightech-Entwicklungen relevant sind. Darüber hinaus prognostizieren sie den jeweiligen Bedarf im Jahr 2030 und setzen ihn ins Verhältnis zur Produktion des Jahres 2006. Sektoren, die einen hohen Bedarf an diesen Materialien haben werden, sind vor allem Klima und Energie, (Elektro-) Mobilität und Kommunikationstechnologien; beispielsweise wird Neodym für Magnete in Hybridfahrzeugen verwendet, Gallium spielt eine zentrale Rolle in der Photovoltaik. Die Autoren untersuchen vor allem die Vulnerabilität der jeweiligen Industrien: Auch in dieser Studie bilden die wirtschaftliche Bedeutung eines Rohstoffs, die Länderkonzentration, die politische Stabilität und vor allem die Substituierbarkeit die zentralen Indikatoren. Ein Ranking der untersuchten Rohstoffe findet nicht statt.

Im Mittelpunkt der Studie des Öko-Instituts von **Buchert/Schüler/Bleher** aus dem Jahr 2009 stehen nachhaltige Zukunftstech-

nologien (Future Sustainable Technologies, FST) und die für diese Technologien kritischen Rohstoffe. Dabei wird die Analyse nicht auf Deutschland eingeengt, die Perspektive ist global. Im Unterschied zum eindimensionalen Kritikalitätsindex und der zweidimensionalen Kritikalitätsmatrix wenden die Autoren ein dreidimensionales Modell an. Anhand der drei Dimensionen Versorgungsrisiko, Steigerung der Nachfrage (bis 2020) und Einschränkungen beim Recycling – und anhand der jeweiligen Indikatoren – lassen sich die untersuchten Rohstoffe in kurz-, mittel- und langfristig kritisch einteilen. Kurzfristig kritisch (5 Jahre) sind Tellurium, Indium und Gallium; mittelfristig kritisch (bis 2020) sind Seltene Erden, Lithium, Tantal, Palladium, Platin und Ruthenium, langfristig kritisch (bis 2050) Germanium und Kobalt. Die Autoren plädieren für verstärkte Forschung und internationale Zusammenarbeit beim Rohstoffrecycling. Ziel soll es sein, einen geschlossenen Kreislauf zu etablieren.

Ebenfalls im Kontext der Grünen Technologien untersucht **Harald Elsner** (2011) im Auftrag der BGR speziell die Lage bei der Versorgung mit schweren Seltenen Erden. Der Autor nimmt keine Kritikalitätsanalyse unter Heranziehung eines theoretischen Rasters vor, sondern zieht Schlüsse aus seiner Analyse der Entwicklung von Produktion und Preis schwerer Seltener Erden sowie der Angebots- und Nachfragetrends. Ausschlaggebend für die Kritikalität dieser Rohstoffe ist einerseits mangelnde Substituierbarkeit, andererseits eine hohe Konzentration des Marktes für diese Minerale bei deren gleichzeitig hoher Relevanz für Deutschland. Als besonders kritisch identifiziert Elsner Europium und Dysprosium.

In der Studie *Critical Raw Materials for the EU* identifiziert eine Arbeitsgruppe der **EU-Kommission**, bestehend aus Mitgliedern der Kommission und externen Experten, kritische Rohstoffe für die Europäische Union. Im Mittelpunkt der 2010 erschienenen Analyse, in der die nächsten zehn Jahre in den Blick genommen werden, stehen 41 nicht-energetische Metalle und

Mineralien. Rohstoffe gelten dann als kritisch, wenn das Risiko eines Versorgungsengpasses größer und die Auswirkungen auf die Wirtschaft einschneidender ausfallen als bei anderen Rohstoffen. Drei Indikatoren werden zur Bestimmung der Kritikalität herangezogen: wirtschaftliche Bedeutung, Versorgungsrisiken (Produktionskonzentration, politische und wirtschaftliche Stabilität, Substituierbarkeit, Recyclingmöglichkeiten) und Umwelt Risiken. Umwelt Risiken beziehen sich auf Maßnahmen von Staaten zum Schutz der Umwelt, die Produktion und Export von Rohstoffen beeinflussen. Im Bericht werden drei Gruppen identifiziert. 14 Metalle und Mineralien gelten als kritisch: Antimon, Beryllium, Flussspat, Gallium, Germanium, Graphite, Indium, Magnesium, Kobalt, Metalle der Platingruppe, Niobium, Seltene Erden, Tantal, Tungsten. Für diese Elemente fällt nicht nur die Produktionskonzentration hoch aus. Überdies sind die Substitutions- und Recyclingmöglichkeiten begrenzt. Die zweite Gruppe besteht aus Elementen, die von hoher wirtschaftlicher Bedeutung sind, bei denen das Versorgungsrisiko aber vergleichsweise gering ist; die dritte Gruppe umfasst Materialien mit geringer wirtschaftlicher Bedeutung und geringem Versorgungsrisiko.

Unterschiede und Gemeinsamkeiten

Auf den ersten Blick haben die Analysen aus den USA, Deutschland und der EU vieles gemeinsam. Die meisten von ihnen unterstreichen die Bedeutung nicht-energetischer Rohstoffe für das produzierende Gewerbe, insbesondere den »Green Tech«- und den Hightech-Sektor. Der markanteste Unterschied besteht darin, dass in den Vereinigten Staaten neben dem Sektor für Grüne Technologien der Verteidigungssektor im Mittelpunkt der Kritikalitätsanalysen steht. Dort hat folglich die Frage nach der zukünftigen Rohstoffversorgung neben einer wirtschaftspolitischen Komponente (z. B. Erhaltung von Arbeits-

plätzen) auch eine militärisch-industrielle. So wird das Thema in den USA stärker unter sicherheitspolitischen Gesichtspunkten diskutiert, als dies in Deutschland oder auf EU-Ebene der Fall ist. In diesen Diskussionen wird immer wieder auf die hohe Abhängigkeit von China verwiesen.

Die Auswahl der Indikatoren und ihre Gewichtung weisen wiederum große Gemeinsamkeiten auf. Geläufige Indikatoren für das Vorhandensein von Versorgungsrisiken sind unter anderem: die geologisch verfügbaren Reserven, die geologische- und Produktionskonzentration der Rohstoffe, die politische und wirtschaftliche Stabilität in den Exportländern und die Recyclingquoten bzw. der Anteil von Rohstoffen aus dem Sekundärrohstoffmarkt. Häufig fließen auch Annahmen über die zukünftige Entwicklung von Angebot und Nachfrage in die Analyse ein. Wenn auch in fast jeder Studie angesprochen, spielen Umweltaspekte und soziale Faktoren für die (quantitative) Bestimmung der Rohstoffkritikalität nur eine untergeordnete Rolle und gehen entsprechend nur zu einem geringen Anteil in die Bewertung ein. Zudem werden zumeist nicht Umweltschäden im Sinne negativer externer Effekte des Bergbaus betrachtet. Vielmehr geht es darum, dass im Zuge von Umweltgesetzen Rohstoffe verknapppt werden können – oftmals wird dieser Indikator deshalb auch unter »politischen Rahmenbedingungen« subsumiert.

Vergleicht man die in deutschen und amerikanischen Studien als kritisch identifizierten Rohstoffe, fällt auf, dass in den USA Seltene Erden und dabei auch einzelne Elemente dieser Erden häufiger aufgelistet werden. Dies könnte neben methodischen Unterschieden auch mit dem öffentlichen Diskurs über Seltene Erden in den USA zu tun haben. Denn darin spielt die Vormachtstellung Chinas – das 2010 einen Anteil von 95 Prozent an der weltweiten Produktion Seltener Erden hatte – eine größere Rolle als in der deutschen und europäischen Diskussion über kritische Rohstoffe. Die hohe Abhängigkeit von China bei Seltenen Erden wird in den USA als besondere Bedrohung

wahrgenommen, auch wenn Marktbeobachter angesichts sinkender Preise und der Erschließung neuer Lagerstätten eine deutliche Entspannung prognostizieren und vor politischen Überreaktionen warnen.

Die in den deutschen und amerikanischen Studien ausgesprochenen Handlungsempfehlungen decken sich in weiten Teilen. So werden in beiden Ländern intensivierte Forschungen zu (kritischen) Rohstoffen gefordert, vor allem auch größere Anstrengungen bei der Datenerhebung; ebenfalls herausgestrichen wird die Bedeutung von Materialeffizienz und Rohstoffrecycling. Eine sehr wichtige Maßnahme sehen die meisten Autoren in der Diversifizierung der Quellen (Exportländer), aus denen kritische Rohstoffe bezogen werden. Allerdings gehen die US-Vorschläge weniger weit als diejenigen deutscher Studien: Zwar wird in den USA oft von globalisierten und vernetzten Wertschöpfungsketten gesprochen und internationale Kooperation empfohlen (vor allem mit der EU und Japan). Rohstoffpartnerschaften oder entwicklungspolitisches Engagement in Exportländern – ein Kernbestandteil der deutschen Rohstoffstrategie – finden sich hingegen nicht auf der amerikanischen Liste von Empfehlungen. Weil die USA besser mit Rohstoffen ausgestattet sind, wird vielmehr eine verstärkte Nutzung heimischer Lagerstätten empfohlen.

Die vergleichende Analyse zeigt, dass es erheblichen Spielraum für gemeinsame transatlantische Projekte gerade bei Forschung und Datenerhebung gibt. Kooperationsmöglichkeiten bestehen zudem bei der Durchsetzung internationalen Handelsrechts. Als schwierig dürfte sich die Zusammenarbeit jedoch dann erweisen, wenn Technologien und Daten betroffen sind, die strategische und sicherheitspolitische Interessen der USA berühren. Denn diese Interessen spielen bei Fragen der Versorgungssicherheit in den USA eine deutlich größere Rolle als in Deutschland oder der EU.

Vorgestellte Literatur

American Physical Society (APS)/Materials Research Society (MRS), *Energy Critical Elements: Securing Materials for Emerging Technologies*, Washington, D.C., Februar 2011, <www.aps.org/policy/reports/popa-reports/upload/elementsreport.pdf>.

Angerer, Gerhard et al., *Rohstoffe für Zukunftstechnologien*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2009, <<http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn:nbn:de:0011-n-910079.pdf>>.

Buchert, Matthias/Schüler, Doris/Bleher, Daniel, *Critical Metals for Future Sustainable Technologies and Their Recycling Potential*, Öko-Institut/United Nations Environment Programme, Juli 2009, <www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1202xPA-Critical%20Metals%20and%20their%20Recycling%20Potential.pdf>.

Buijs, Bram/Sievers, Henrike, *Critical Thinking about Critical Minerals*, Clingendael International Energy Programme (CIEP) und Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), November 2011, <www.clingendael.nl/publications/2011/20111111_ciep_bgr_briefingpaper_buijs_sievers_critical_thinking_about_critical_minerals.pdf>.

Buijs, Bram/Sievers, Henrike, *Resource Security Risks in Perspective*, Clingendael International Energy Programme (CIEP) und Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), November 2011, <www.clingendael.nl/publications/2011/20111111_ciep_bgr_briefingpaper_buijs_sievers_resource_security_risks_in_perspective.pdf>.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), *Deutschland – Rohstoff-situation 2010*, Hannover 2011.

Elsner, Harald, *Kritische Versorgungslage mit Seltenen Erden – Entwicklung ›Grüner Technologien‹ gefährdet?*, Hannover: BGR, 2011, <www.deutsche-rohstoffagen-tur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/36_kritische-versorgungslage.html>.

Erdmann, Lorenz/Graedel, Thomas E., »Criticality of Non-Fuel Minerals: A Review of Major Approaches and Analyses«, in: *Environmental Science & Technology*, 45 (2011) 18, S. 7620–7630.

Erdmann, Lorenz/Behrendt, Siegfried/Feil, Moira, *Kritische Rohstoffe für Deutschland*, KfW Bankengruppe, 30.9.2011, <www.kfw.de/kfw/de/I/II/Download_Center/Fachthemen/Research/PDF-Dokumente/Sonderpublikationen/Rohstoffkritikalitaet_LF.pdf>.

European Commission (The ad-hoc Working Group on Defining Critical Raw Materials), *Critical Raw Materials for the EU*, 2010, <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index_en.htm>.

National Research Council of the National Academies (NRC), *Managing Materials for a Twent-first Century Military*, Washington, D.C. 2008.

National Research Council of the National Academies (NRC), *Minerals, Critical Minerals and the U.S. Economy*, Washington, D.C. 2007.

Parthemore, Christine, *Elements of Security – Mitigating the Risks of U.S. Dependence on Critical Minerals*, Washington, D.C.: Center for a New American Security, Juni 2011, <www.cnas.org/files/documents/publications/CNAS_Minerals_Parthemore_1.pdf>.

Pfleger, Peter/Lichtblau, Karl/ Kempermann, Hanno/Bardt, Hubertus, *Rohstoff-situation Bayern – keine Zukunft ohne Rohstoffe*, München: Verband der Bayerischen Wirtschaft (vbw), Juli 2011, <www.vbw-bayern.de/agv/downloads/57465@agv/110714_vbw+Studie_Rohstoffe+Bayern_web.pdf>.

Thomason, James S. et al., *From National Defense Stockpile (NDS) to Strategic Materials Security Program (SMSP): Evidence and Analytic Support*, Vol. I, Alexandria, VA: Institute for Defense Analyses (IDA), Mai 2010, <www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA527258>.

U.S. Department of Energy (DOE), *Critical Materials Strategy*, Washington, D.C. 2010.

U.S. Department of Energy (DOE), *Critical Materials Strategy*, Washington, D.C. 2011.

© Stiftung Wissenschaft und Politik, 2011
Alle Rechte vorbehalten

SWP
Stiftung Wissenschaft und Politik
Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit

Ludwigkirchplatz 3–4
10719 Berlin
Telefon +49 30 880 07-0
Fax +49 30 880 07-100
www.swp-berlin.org
swp@swp-berlin.org

ISSN 1611-6380

Diese Zeitschriftenschau entstand im Kontext des SWP-Projekts »**transatlantische Risikogovernance**«: <www.swp-berlin.org/de/projekte/transatlantische-risikogovernance/einfuehrung.html>

Vgl. zum Thema auch das Online-Themendossier »**Konkurrenz um knappe Ressourcen**«: <www.swp-berlin.org/de/swp-themendossiers/ressourcenkonkurrenz.html>